

TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE AND STEREOSCOPIC OBSERVING METHOD**Patent number:** JP2004171922**Publication date:** 2004-06-17**Inventor:** TANJI TAKAYOSHI**Applicant:** UNIV NAGOYA**Classification:****- international:** H01J37/22; H01J37/26; H01J37/22; H01J37/26; (IPC1-7):
H01J37/26; H01J37/147; H01J37/22; H01J37/295**- european:** H01J37/22; H01J37/26**Application number:** JP20020336392 20021120**Priority number(s):** JP20020336392 20021120**Also published as:**

EP1426998 (A2)

US7012253 (B2)

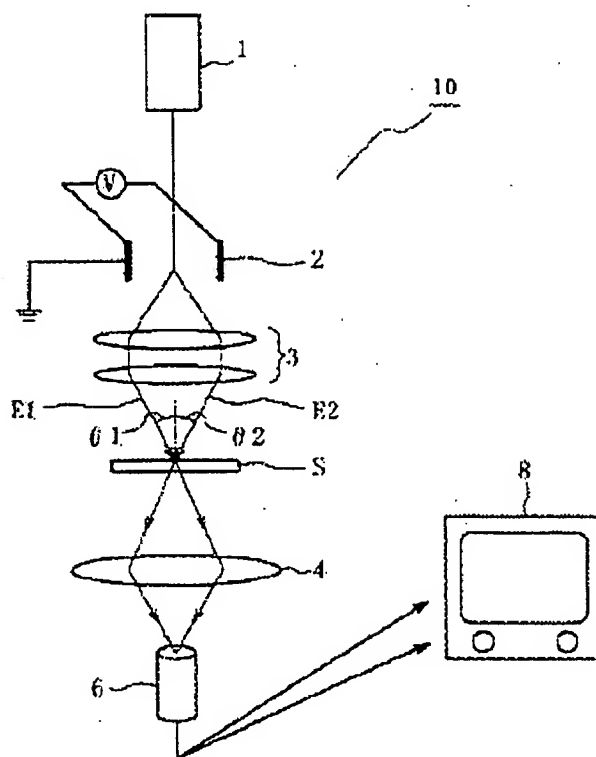
US2004144923 (A1)

Report a data error here**Abstract of JP2004171922**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a transmission electron microscope capable of observing change in a sample in real time, and also to provide a stereoscopic observing method therewith.

SOLUTION: In this transmission electron microscope, an electron-beam-emitting source 1 emits an electron beam. A first electron beam E1 is produced by deflecting the electron beam with deflection plates 2 placed forward of the electron-beam-emitting source 1, and irradiates a predetermined portion on a sample S with a first angle $[\theta]1$. Then a second electron beam E2 is also produced by deflecting the electron beam with the deflection plates 2, and irradiates the predetermined portion on the sample S with a second angle $[\theta]2$ which differs from the first angle $[\theta]1$. Next, a three-dimensional display combines with a first image obtained by the first electron beam E1, and a second image obtained by the second electron beam E2, thereby displaying an image at the predetermined portion on the sample S in three dimensions.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-171922

(P2004-171922A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H O 1 J 37/26

H O 1 J 37/26

H O 1 J 37/147

H O 1 J 37/147

A

H O 1 J 37/22

H O 1 J 37/22

5 O 1 C

H O 1 J 37/295

H O 1 J 37/295

審査請求 有 請求項の数 24 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-336392 (P2002-336392)

(22) 出願日 平成14年11月20日(2002.11.20)

(71) 出願人 391012224

名古屋大学長

愛知県名古屋市千種区不老町 (番地なし)

(74) 代理人 100072051

弁理士 杉村 興作

(72) 発明者 丹司 敬義

愛知県名古屋市東区矢田町2-66-15

3

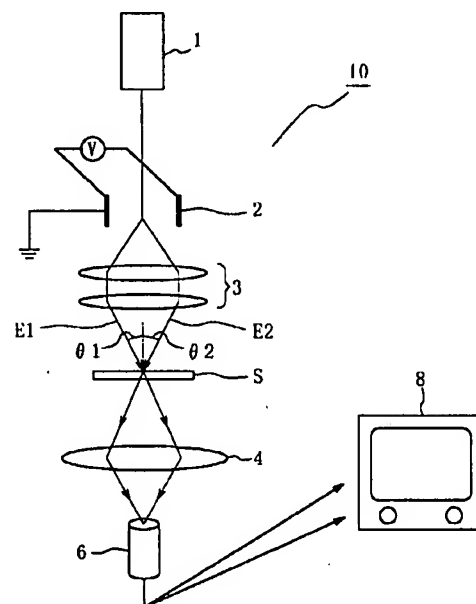
(54) 【発明の名称】 透過型電子顕微鏡及び立体観察法

(57) 【要約】

【課題】 試料の変化を実時間で観察できる透過型電子顕微鏡及びこの顕微鏡を用いた立体観察法を提供する。

【解決手段】 電子線照射源1から電子線を発射し、電子線照射源1の前方に設けた偏向板2によって前記電子線を偏向して得た第1の電子線E1を、試料Sの所定部分に対して第1の角度 θ_1 で照射するとともに、偏向板2によって前記電子線を偏向して得た第2の電子線E2を、試料Sの前記所定部分に対して第1の角度 θ_1 と異なる第2の角度 θ_2 で照射する。次いで、3次元表示装置によって、第1の電子線E1によって得られた第1の像及び第2の電子線E2によって得られた第2の像を結合させ、試料Sの前記所定部位の像を立体的に表示する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子線照射源と、

前記電子線照射源の前方に設けられ、前記電子線照射源から発せられた電子線を偏向して得た第 1 の電子線を、試料面の所定部分に対して第 1 の角度で照射するとともに、前記電子線照射源から発せられた前記電子線を偏向して得た第 2 の電子線を、前記試料面の前記所定部分に対して前記第 1 の角度と異なる第 2 の角度で照射させるための偏向装置と、前記第 1 の電子線による第 1 の像及び前記第 2 の電子線による第 2 の像を結合させ、前記試料面の前記所定部位の像を立体的に表示する 3 次元表示装置と、
を具えることを特徴とする、透過型電子顕微鏡。

10

【請求項 2】

前記偏向装置は、前記電子線照射源の前方に設けられた偏向板を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項 3】

前記第 1 の角度は、前記試料面の法線方向から右側に 1 度～5 度に設定するとともに、前記第 2 の角度は、前記試料面の前記法線方向から左側に 1 度～5 度に設定することを特徴とする、請求項 2 に記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項 4】

前記電子線照射源及び前記偏向板の前方において、前記第 1 の電子線による前記第 1 の像と、前記第 2 の電子線による前記第 2 の像とを撮像する撮像素子を具えることを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載の透過型電子顕微鏡。

20

【請求項 5】

前記第 1 の電子線の前記試料面の前記所定部分に対する照射時期と、前記第 2 の電子線の前記試料面の前記所定部分に対する照射時期とを、前記撮像素子の操作信号と同期させたことを特徴とする、請求項 4 に記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項 6】

前記偏向装置と前記試料面との間に配置した照射レンズを具えることを特徴とする、請求項 2～5 のいずれかに記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項 7】

前記電子線照射源と前記偏向装置との間に配置した照射レンズを具えることを特徴とする、請求項 2～5 のいずれかに記載の透過型電子顕微鏡。

30

【請求項 8】

前記偏向装置は、一対のフィラメントと、この一対のフィラメントの外方に設けられた一対のアース電極とからなる電子線台形プリズムを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項 9】

前記第 1 の角度は、前記試料面の法線方向から右側に 1 度～5 度に設定するとともに、前記第 2 の角度は、前記試料面の前記法線方向から左側に 1 度～5 度に設定することを特徴とする、請求項 8 に記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項 10】

40

前記電子線照射源及び前記電子線台形プリズムの前方において、

前記第 1 の電子線による前記第 1 の像、及び前記電子線照射源から発せられた第 3 の電子線により、前記試料面を介することなく得た第 3 の像を重ね合わせた第 1 の電子線ホログラムと、前記第 2 の電子線による前記第 2 の像、及び前記第 3 の像を重ね合わせた第 2 の電子線ホログラムとを形成するための結像装置を具えることを特徴とする、請求項 8 又は 9 に記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項 11】

前記結像装置の前方において、前記電子線ホログラムを撮像するための撮像素子を具えることを特徴とする、請求項 10 に記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項 12】

50

前記第1の電子線の前記試料面の前記所定部分に対する照射時期と、前記第2の電子線の前記試料面の前記所定部分に対する照射時期とを、前記撮像素子の操作信号と同期させたことを特徴とする、請求項11に記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項13】

前記第1の電子線ホログラム及び前記第2の電子線ホログラムを分離再生するための分離再生回路を具えることを特徴とする、請求項10～12のいずれかに記載の透過型電子顕微鏡。

【請求項14】

電子線照射源から電子線を発射する工程と、

前記電子線照射源の前方に設けた偏向装置によって前記電子線を偏向して得た第1の電子線を、試料面の所定部分に対して第1の角度で照射するとともに、前記偏向装置によって前記電子線を偏向して得た第2の電子線を、前記試料面の前記所定部分に対して前記第1の角度と異なる第2の角度で照射する工程と、

3次元表示装置によって、前記第1の電子線によって得られた第1の像及び前記第2の電子線によって得られた第2の像を結合させ、前記試料面の前記所定部位の像を立体的に表示する工程と、

を含むことを特徴とする、立体観察法。

【請求項15】

前記偏向装置は偏向板を含み、前記偏向板に印加する電圧の極性を切り替えることにより、前記電子線の偏向方向を変化させ、前記第1の電子線及び前記第2の電子線を形成することを特徴とする、請求項14に記載の立体観察法。

【請求項16】

前記第1の角度は、前記試料面の法線方向から右側に1度～5度に設定するとともに、前記第2の角度は、前記試料面の前記法線方向から左側に1度～5度に設定することを特徴とする、請求項15に記載の立体観察法。

【請求項17】

前記電子線照射源並びに前記偏向板の前方に設けた撮像素子によって、前記第1の電子線による前記第1の像及び前記第2の電子線による前記第2の像を撮像する工程を含むことを特徴とする、請求項16に記載の立体観察法。

【請求項18】

前記第1の電子線の前記試料面の前記所定部分に対する照射時期と、前記第2の電子線の前記試料面の前記所定部分に対する照射時期とを、前記撮像素子の操作信号と同期させる工程を含むことを特徴とする、請求項17に記載の立体観察法。

【請求項19】

前記偏向装置は、一対のフィラメントと、この一対のフィラメントの外方に設けられた一対のアース電極とからなる電子線台形プリズムを含み、前記フィラメントに印加する電圧の極性を切り替えることにより、前記電子線の偏向方向を変化させ、前記第1の電子線及び前記第2の電子線を形成することを特徴とする、請求項14に記載の立体観察法。

【請求項20】

前記第1の角度は、前記試料面の法線方向から右側に1度～5度に設定するとともに、前記第2の角度は、前記試料面の前記法線方向から左側に1度～5度に設定することを特徴とする、請求項19に記載の立体観察法。

【請求項21】

前記電子線照射源及び前記電子線台形プリズムの前方において結像装置を設け、前記第1の電子線による前記第1の像、及び前記電子線照射源から発せられた第3の電子線により、前記試料面を介することなく得た第3の像を重ね合わせた第1の電子線ホログラムと、前記第2の電子線による前記第2の像、及び前記第3の像を重ね合わせた第2の電子線ホログラムとを形成する工程を具えることを特徴とする、請求項19又は20に記載の立体観察法。

【請求項22】

10

20

30

40

50

前記結像装置の前方において撮像素子を設け、前記電子線ホログラムを撮像する工程を含むことを特徴とする、請求項 21 に記載の立体観察法。

【請求項 23】

前記第 1 の電子線の前記試料面の前記所定部分に対する照射時期と、前記第 2 の電子線の前記試料面の前記所定部分に対する照射時期とを、前記撮像素子の操作信号と同期させる工程を含むことを特徴とする、請求項 24 に記載の立体観察法。

【請求項 24】

前記第 1 の電子線ホログラムと、前記第 2 の電子線ホログラムとを分離再生回路において分離再生した後、前記 3 次元表示装置によって立体的に表示することを特徴とする、請求項 21 ～ 23 のいずれかに記載の立体観察法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、透過型電子顕微鏡及び立体観察法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、透過型電子顕微鏡を用いた立体観察法としては、CT 法及びステレオ法が広く使用されている。CT 法は、一つの試料を 0 度から 180 度回転させるとともに、前記角度範囲内において試料の所定部分の投影画像を多数枚撮影し、得られた画像を計算機処理することによって前記所定部分の 3 次元構造を得、立体観察を可能ならしめるものである。ステレオ投影法は試料を回転させ、前記試料の傾きが視差角だけ異なる 2 枚の像を撮影し、現像及び焼き付けした後、ステレオビューアなどを用いることにより立体観察するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記 CT 法においては計算機処理に時間を要し、前記試料の変化を実時間で観察することができないという問題があった。また、前記ステレオ投影法においては前記試料の回転という操作に加えて、現像及び焼き付けという操作が加わり、これら一連の操作には数十分を要することから、この場合においても前記試料の変化を実時間で観察することができないという問題があった。

【0004】

本発明は、試料の変化を実時間で観察できる透過型電子顕微鏡及びこの顕微鏡を用いた立体観察法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成すべく、本発明は、

電子線照射源と、

前記電子線照射源の前方に設けられ、前記電子線照射源から発せられた電子線を偏向して得た第 1 の電子線を、試料面の所定部分に対して第 1 の角度で照射するとともに、前記電子線照射源から発せられた前記電子線を偏向して得た第 2 の電子線を、前記試料面の前記所定部分に対して前記第 1 の角度と異なる第 2 の角度で照射させるための偏向装置と、前記第 1 の電子線による第 1 の像及び前記第 2 の電子線による第 2 の像を結合させ、前記試料面の前記所定部位の像を立体的に表示する 3 次元表示装置と、を具備することを特徴とする、透過型電子顕微鏡に関する。

【0006】

また、本発明は、

電子線照射源から電子線を発射する工程と、

前記電子線照射源の前方に設けた偏向装置によって前記電子線を偏向して得た第 1 の電子線を、試料面の所定部分に対して第 1 の角度で照射するとともに、前記偏向装置によって前記電子線を偏向して得た第 2 の電子線を、前記試料面の前記所定部分に対して前記第 1

10

20

30

40

50

の角度と異なる第2の角度で照射する工程と、

3次元表示装置によって、前記第1の電子線によって得られた第1の像及び前記第2の電子線によって得られた第2の像を結合させ、前記試料面の前記所定部位の像を立体的に表示する工程と、

を含むことを特徴とする、立体観察法に関する。

【0007】

本発明者らは上記目的を達成すべく鋭意検討を実施した。その結果、所定の電子線照射源より発せられた電子線を偏向させて2種類の電子線を形成し、それぞれ異なる角度で試料面の同一部分に入射させることにより、前記2種類の電子線に対応させた2種類の像を得、これらを結合することによって、前記試料面の前記部分を3次元的に観察できることを見出したものである。すなわち、前記試料面の前記部分に対して、前記2種類の電子線を異なる角度で照射するようにしているの、前記2種類の像は、前記角度に対応した視差角だけ異なる2種類の像に相当する。したがって、これらの像を結合して、所定の3次元画像表示装置上に表示するようにすれば、前記部分の立体表示が可能となり、立体観察が可能となるものである。

【0008】

また、本発明によれば、上述したCT法などのような複雑な計算機処理を必要とせず、さらにステレオ投影法などのように現像及び焼き付けなどの操作を必要としないので、前記試料面の観察に要するタクトタイムは前記第1の電子線及び前記第2の電子線の、前記試料面に対する照射時期のずれ（時間間隔）に依存する。しかしながら、前記照射時間のずれは限りなく小さくすることができ、所定の外部信号などと同期させることにより、100分の1秒オーダ程度まで簡易に低減することができる。したがって、前記試料面の観察を実時間で実行することができるようになる。

【0009】

なお、本発明の好ましい態様においては、前記偏向装置は偏向板を含み、前記偏向板に印加する電圧の極性を切り替えることにより、前記電子線の偏向方向を変化させ、前記第1の電子線及び前記第2の電子線を形成する。これによって、前記試料面の同一部分に対して異なる角度で照射すべき、前記第1の電子線及び前記第2の電子線を簡易に形成することができる。したがって、前記試料面の立体観察を簡易に行なうことができるようになる。

【0010】

また、本発明の他の好ましい態様においては、前記偏向装置は、一対のフィラメントと、この一対のフィラメントの外方に設けられた一対のアース電極とからなる電子線台形プリズムを含み、前記フィラメントに印加する電圧の極性を切り替えることにより、前記電子線の偏向方向を変化させ、前記第1の電子線及び前記第2の電子線を形成する。これによって、前記試料面の同一部分に対して異なる角度で照射すべき、前記第1の電子線及び前記第2の電子線を簡易に形成することができる。したがって、前記試料面の立体観察を簡易に行なうことができるようになる。

【0011】

さらに、前記電子線照射源及び前記電子線台形プリズムの前方において結像装置を設けることにより、前記第1の電子線による前記第1の像、及び前記電子線照射源から発せられた第3の電子線により、前記試料面を介することなく得た第3の像を重ね合わせた第1の電子線ホログラムと、前記第2の電子線による前記第2の像、及び前記第3の像を重ね合わせた第2の電子線ホログラムとを形成することができる。したがって、前記電子線ホログラムから分離して得た前記第1の像及び前記第2の像の再生像を3次元画像表示装置上に表示することにより、前記部分の立体表示を簡易に実現することができ、前記試料面の立体観察を簡易に行なうことができるようになる。

【0012】

なお、「電子線台形プリズム」とは、一対のフィラメント及びこの一対のフィラメントの外方に設けられた一対のアース電極間の電位分布が台形状となるために、便宜上呼称して

10

20

30

40

50

いるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。

図1は、本発明の透過型電子顕微鏡における一態様の構成を概略的に示す図である。図1に示す透過型電子顕微鏡10は、電子線照射源1、並びにこの電子線照射源1の前方に順次に設けられた偏向板2、照射レンズ3、結像レンズ4及び撮像素子6を具えている。撮像素子6はステレオ表示モニタ8に接続されている。また、観察すべき試料8は照射レンズ3及び結像レンズ4間に配置されている。

【0014】

電子線照射源1から発せられた電子線は、偏向板2を通過する際に偏向板2に印加された電圧によって左方向に偏向され、その結果第1の電子線E1が形成される。第1の電子線E1は試料8の所定部分に角度 θ_1 で照射される。次いで、偏向板2に印加する電圧の極性を切り替えることにより、電子線照射源1から発せられた前記電子線は右方向に偏向され、その結果第2の電子線E2が形成される。

【0015】

第1の電子線E1及び第2の電子線E2は試料8を透過し、第1の電子線E1による試料8の第1の像及び第2の電子線E2による試料8の第2の像は、それぞれ結像レンズ4を通過して、撮像素子6で撮像される。次いで、前記第1の像及び前記第2の像に相当する電気信号がステレオ表示モニタ8に送信される。モニタ8においては、前記第1の像及び前記第2の像を結合し、試料8の前記所定部分の画像が立体的に表示され、結果として前記所定部分の立体観察を行なうことができる。

【0016】

図1に示す透過型電子顕微鏡において、前記試料面の観察に要するタクトタイムは前記第1の電子線及び前記第2の電子線の、前記試料面に対する照射時期のずれ（時間間隔）に依存する。そして、この時間間隔は、偏向板2に対する印加電圧の極性の切り替え時間に相当する。したがって、前記電圧極性の切り替えを所定の外部信号などと同期させて行なうことにより、前記時間間隔を極めて短く、例えば100分の1秒オーダー程度まで簡易に低減することができる。したがって、試料8の前記所定部分の立体観察を実時間で実行することができる。

【0017】

なお、前記電圧極性の切り替えは、撮像素子6に対する操作信号と同期させることができる。この場合、第1の電子線E1による前記第1の像及び第2の電子線E2による前記第2の像を、それぞれ撮像素子6のフレーム毎に簡易に取り込むことができるようになる。したがって、同一フレーム中に前記第1の像及び前記第2の像が同時に取り込まれたり、前記第1の像及び前記第2の像を取り込まないフレームの出現を回避することができるため、立体観察をより正確に行なうことができるようになる。

【0018】

また、試料8に対する第1の電子線E1の照射角度 θ_1 は、試料8の前記所定部分に立てた法線から1度～5度の範囲に設定することが好ましい。また、試料8に対する第2の電子線E2の照射角度 θ_2 は、前記法線から1度～5度の範囲に設定することが好ましい。これによって、試料8の前記所定部分の立体画像を制度良く得ることができ、立体観察を高精度に行なうことができるようになる。

【0019】

図2は、図1に示す透過型電子顕微鏡の変形例を示す構成図である。図1に示す透過型電子顕微鏡10においては、偏向板2と試料8との間に照射レンズ3を配置しているが、図2に示す透過型電子顕微鏡10-1においては、電子線照射源1と偏向板2との間に照射レンズ3を配置している。

【0020】

図1及び図2から明らかなように、照射レンズ3を偏向板2と試料8との間に配置した場合

10

20

30

40

50

合においては、単一の偏向板 2 を準備するのみで電子線照射源 1 からの電子線を偏向することができ、照射レンズ 3 を電子線照射源 1 と偏向板 2 との間に設けた場合においては、2 組の偏向板 2-1 及び 2-2 を準備して電子線照射源 1 からの電子線を偏向する。システムの構成を簡易化するという観点からは、図 1 に示すような構成のものが好ましい。

【0021】

図 3 は、本発明の透過型電子顕微鏡における他の態様の構成を概略的に示す図である。図 3 に示す透過型電子顕微鏡 20 は、電子線照射源 11、並びにこの電子線照射源 11 の前方に順次に設けられた電子線台形プリズム 12、照射レンズ 13、結像レンズ 14、電子線バイプリズム 15 及び撮像素子 16 を具えている。撮像素子 16 は分離再生回路 17 を介してステレオ表示モニタ 18 に接続されている。また、観察すべき試料 8 は照射レンズ 13 及び結像レンズ 14 間に配置されている。なお、結像レンズ 14 及び電子線バイプリズム 15 は、結像レンズ系を構成する。

10

【0022】

図 4 は、電子線台形プリズムの構成を示す概略図である。図 4 に示すように、電子線台形プリズム 12 は、一対のフィラメント 122 と、このフィラメント 122 と外方に設けられた一対のアース電極 123 とを具えている。この場合、フィラメント 122 及びアース電極 123 間の電位分布は台形状となる。したがって、電子線台形プリズム 12 を用いた場合、一対のフィラメント 122 間の領域 A を通過する電子線は偏向されず、フィラメント 122 及びアース電極 123 間を通過する電子線のみ、それらの間に発生する電場によって偏向される。

20

【0023】

電子線照射源 11 から発せられた電子線は、電子線台形プリズム 12 の領域 B を通過する際に、フィラメント 122 及びアース電極 123 間に発生する電場によって左方向に偏向され、その結果第 1 の電子線 E1 が形成される。第 1 の電子線 E1 は試料 8 の所定部分に角度 θ_1 で照射される。次いで、フィラメント 122 及びアース電極 123 間に印加する電圧の極性を切り替えることにより、電子線照射源 1 から発せられた前記電子線は、電子線台形プリズム 12 の領域 B を通過する際に右方向に偏向され、その結果第 2 の電子線 E2 が形成される。

30

【0024】

第 1 の電子線 E1 及び第 2 の電子線 E2 は試料 8 を透過し、第 1 の電子線 E1 による試料 8 の第 1 の像及び第 2 の電子線 E2 による試料 8 の第 2 の像は、それぞれ結像レンズ 14 を通過して、電子線バイプリズム 15 に至る。一方、電子線照射源 11 から発せられた第 3 の電子線 E3 は試料 8 を介さずに進行し、結像レンズ 14 を経て電子線バイプリズム 15 に至る。次いで、物体波としての前記第 1 の像及び前記第 2 の像、並びに参照波としての第 3 の電子線 E3 は、電子線バイプリズム 15 でそれぞれ重ね合わされ、電子線ホログラム H を形成する。

【0025】

次いで、電子線ホログラム H は撮像素子 16 で撮像され、分離再生回路 17 で分離された後、前記第 1 の像及び前記第 2 の像がステレオ表示モニタ 18 に取り込まれる。その結果、試料 8 の前記所定部分の画像が立体的に表示され、前記所定部分の立体観察を行なうことができる。

40

【0026】

図 3 に示す透過型電子顕微鏡においても、前記試料面の観察に要するタクトタイムは前記第 1 の電子線及び前記第 2 の電子線の、前記試料面に対する照射時期のずれ（時間間隔）に依存する。そして、この時間間隔は、電子線台形プリズム 12 のフィラメント 122 及びアース電極 123 間に印加する電圧の極性の切り替え時間に相当する。したがって、前記電圧極性の切り替えを所定の外部信号などと同期させて行なうことにより、前記時間間隔を極めて短く、例えば 100 分の 1 秒オーダ程度まで簡易に低減することができる。したがって、試料 8 の前記所定部分の立体観察を実時間で行なうことができる。

50

【0027】

なお、この場合においても、前記電圧極性の切り替えは、撮像素子16に対する操作信号と同期させることができ、上述した作用効果を得ることができる。

【0028】

但し、図3に示す透過型電子顕微鏡においては、前記第1の電子線及び前記第2の電子線の切り替えを外部信号と同期させなくても電子線ホログラムHを得ることができる。したがって、前述した同期操作を実行しなくても、試料8の所定部分の立体観察を行なうことができる。

【0029】

また、試料8に対する第1の電子線E1の照射角度 $\theta 1$ は、試料8の前記所定部分に立てた法線から1度～5度の範囲に設定することが好ましい。また、試料8に対する第2の電子線E2の照射角度 $\theta 2$ は、前記法線から1度～5度の範囲に設定することが好ましい。これによって、試料8の前記所定部分の立体画像を精度良く得ることができ、立体観察を高精度に行なうことができるようになる。

【0030】

以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範を逸脱しない限りにおいてあらゆる変形や変更が可能である。

【0031】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、試料の変化を実時間で観察できる透過型電子顕微鏡及びこの顕微鏡を用いた立体観察法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の透過型電子顕微鏡における一態様の構成を概略的に示す図である。

【図2】図1に示す透過型電子顕微鏡の変形例を示す構成図である。

【図3】本発明の透過型電子顕微鏡における他の態様の構成を概略的に示す図である。

【図4】電子線台形プリズムの構成を示す概略図である。

【符号の説明】

- 1、11 電子線照射源
- 2、2-1、2-2 偏向板
- 3、13 照射レンズ
- 4、14 結像レンズ
- 6、16 撮像素子
- 8、10 ステレオ表示モニタ
- 10、10-1、20 透過型電子顕微鏡
- 12 電子線台形プリズム
- 15 電子線バイプリズム
- 17 分離再生回路
- E1 第1の電子線
- E2 第2の電子線
- E3 第3の電子線
- 8 試料
- H ホログラム

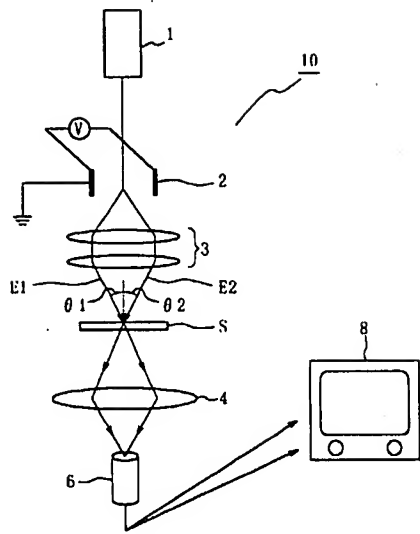
10

20

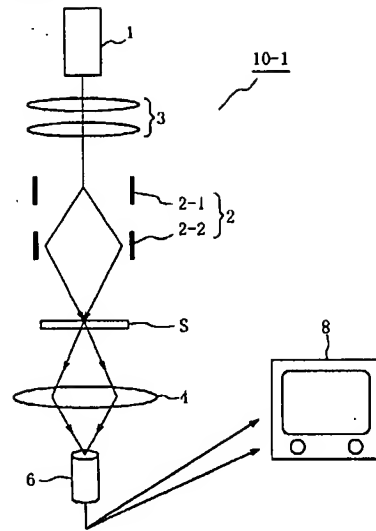
30

40

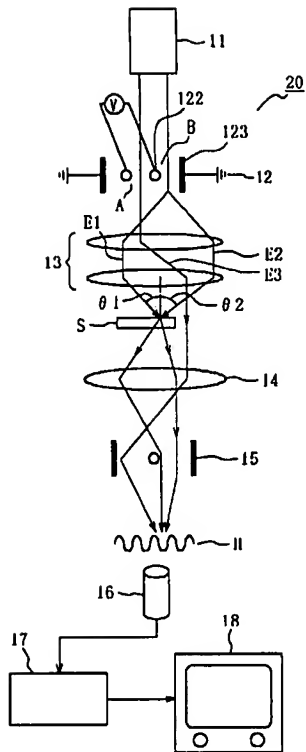
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

